

⑫ 公開特許公報(A)

平1-241631

⑤ Int.Cl.⁴

G 06 F 9/46

識別記号

3 5 0

庁内整理番号

7056-5B

⑬ 公開 平成1年(1989)9月26日

審査請求 有 請求項の数 1 (全11頁)

⑭ 発明の名称 仮想計算機データ処理システムにおけるタスク処理の中断及び再開方法

⑮ 特 願 昭63-316620

⑯ 出 願 昭63(1988)12月16日

優先権主張 ⑰ 1988年3月15日 ⑱ 米国(U S) ⑲ 168300

⑳ 発 明 者 アルトン・アンソニー・ブリグス アメリカ合衆国アリゾナ州スコッツデイル、イースト・オニックス・コート7617番地

㉑ 出 願 人 インターナショナル・ビジネス・マシーンズ・コーポレーション アメリカ合衆国10504、ニューヨーク州 アーモンク(番地なし)

㉒ 代 理 人 弁理士 頓宮 孝一 外1名

明 細 書

1. 発明の名称 仮想計算機データ処理システムにおけるタスク処理の中断及び再開方法

2. 特許請求の範囲

メモリとハードウェアを持つコンピュータで動作する制御プログラム、複数の仮想計算機を構成するソフトウェア・プログラム機能、プログラム割込制御を有し、かつユーザのタスク・プログラムを処理するべく動作するタスク仮想計算機、処理対象のタスク・プログラム、及び仮想計算機と制御プログラム間の通信機能を具備する仮想計算機データ処理システムにおいて、上記タスク仮想計算機での上記タスク・プログラムの処理を一時的に中断し、または後で再開するための方法であって、以下のステップを含むことを特徴とする方法。

(a) 上記タスク・プログラムの処理の中断または再開を指示する目的の、上記タスク仮想計算機へのメッセージの配達リクエストが存在することを

示す信号を、上記制御プログラムにて受け取る。

(b) 上記メッセージを上記タスク・プログラムに伝える。

(c) 上記タスク・プログラムにおいて中断コマンドを検知したなら、それに応答して、上記タスク仮想計算機のプログラム割込制御を修正して、外部割込への応答だけを可能にすることによって、上記タスク仮想計算機での上記タスク・プログラムのさらなる処理を中断する。

3. 発明の詳細な説明

A. 産業上の利用分野

本発明は一般にデータ処理コンピュータ・システムの制御及びアーキテクチャに関し、具体的には、IBMシステム370や370/XAや他の類似システムなど周知のいわゆる「仮想計算機」オペレーティング・システムに関する。

B. 従来技術及びその問題点

IBMシステム370などの仮想計算機オペレーティング・システムでは、同じシステム内の他の仮想計算機で実行されている他のプログラムに干

渉する危険なしに、特定の仮想計算機で実行されるジョブの一時的中断(サスペンション)を行なうことが従来から望まれていたが実現されていなかった。こうしたシステムのユーザが、コンピュータ・システムの負荷の1つまたは複数の部分のタスクとして行なわれている作業を中断し、通常は後のある時点で再開したいと希望する理由は多数ある。あるタスクの中断を要求する共通の理由は、コンピュータ・システムの資源の争奪を軽減して、その資源を他の作業に一時的に割り振れるようにすることである。たとえば、対話型システムのユーザは、タスクの実際の完了時間の方が対話型システムのユーザが争奪中の時間よりも重要でない、バッチ・タスクなどの長時間タスクでコンピュータ・システムが占拠されているとき、しばしば応答時間が遅くなる経験をする。典型的な例を挙げると、「給与計算プログラム」を実行するのにコンピュータ・システム時間を数時間要することがあり、その間他の待機中の対話型システムのユーザは、自分のタスクのためにコンピュータ資源に

限られており、同じシステムでもその技術が開発された対象とは異なるリリース・レベルでは行なえない。

もう一つの方法は、オペレーティング・システム自体の修正を必要とするものである。これは、システムの元来の資源ベンダーが作成したものであるのではないオペレーティング・システム中でのエラーの発生に伴って危険度と保守コストが増えるので、多くのユーザが回避したいと望んでいる望ましくない状況である。

バッチ処理または仮想計算機処理環境で中断再開動作を行なうための従来の技術は、受け入れ難い危険と不便さやコストを伴っており、こうしたシステムの特徴的ユーザやシステム・オペレータ自身による使用には適していない。

周知の従来システムのこうした問題点に鑑みて、本発明の目的は、標準的なプログラミング及び制御技術だけを利用し、同時にデータ処理システムで動作する他のプログラムや処理を危険にさらすことなく、仮想計算機データ処理システム中での

アクセスする速度が低下したり、アクセスが実際に不可能になったりする。

仮想計算機で実行されるタスクを停止する他の理由としては、必要な資源が利用できるようになるまでジョブを停止させたり、あるプロセスまたは処理上の問題が解決されるまで処理中のタスクを中断することがある。

上記のように、それほど危険ではなく、あるいはオペレータに極端な技能を要求しないユーザのタスクまたはジョブを実行している仮想計算機の中断再開動作を行なう実行可能な処理手順はなかった。そのタスクまたは他のコンピュータ・システム上の作業を危険に陥らせない安全な方法で、適切な時点でタスクの処理を停止し再開する技術が、少なくとも理論上は習熟したシステム・オペレータなら実施できる。しかし、それは、システムで実行中の作業をすべて危険にさらしかねない、極めて微妙かつ危険な処理手順である。その上、そうした技術は通常、特定のオペレーティング・システム及びその機能の現在のリリース・レベルに

タスクの処理を中断及び再開する手段を提供することである。

C. 問題点を解決するための手段

本発明の上記及びその他の目的は、本明細書に記載される本発明の好ましい実施例で達成される。要約すると、仮想計算機で処理中のタスクの中断とその後の再開を安全かつ容易にする方法は、ジョブ自体を実行する直前に所与のタスクまたはジョブが実行されることになる仮想計算機で特殊な小型タスク・プログラムを実行することを含んでいる。

この特殊な小型プログラムは、仮想計算機で実行される実際のタスクの中断再開を容易にする技術をインプリメントしたものである。中断再開動作の特殊プログラムをロードすると、そのプログラムは、まず、タスク・プログラムが実行されるときに動作が重ね書きされたり干渉されたりしないように、普通なら空いている記憶域または予約記憶域に自分自身を移す。そのプログラムは、IBMシステム370のIUCVまたはVMCF

機能など既存のプログラム間通信機能を利用して、データ処理システム中の制御側ユーザの仮想計算機と通信することができる。

この中断再開プログラムは、次いでそれが実行されている仮想計算機についての外部割込み新プログラム状況ワード(P S W)の制御を握り、したがって、従来の通常の会話型モニタ・システム(C M S)ではなくそのプログラムが、仮想計算機の外部割込みを制御する。タスク仮想計算機のプログラム処理割込み制御に対する制御を握ることは、このタスクの中断再開を容易にする方法の重要な部分である。中断再開プログラムは、入ってくる外部割込みをC M Sシステムに処理させるのではなくプログラム自身に送るように、仮想計算機P S Wを書き直す。次いで、ユーザが中断コマンドまたは再開コマンドをシステム制御プログラムに送ると、システム制御プログラムは、そのコマンドと、コマンドが存在することを知らせる割込みとを、タスク仮想計算機に転送する。タスク仮想計算機は外部割込みを自分で処理せずに中

断再開プログラムに直接送る。

タスク計算機で実行中の中断再開プログラムは、ユーザからのコマンドによって生じる外部割込みを受け取る。中断の場合、このプログラムは、そのプログラム状況ワードを書き直して、外部割込みに加えて取出し、復号などの通常の命令実行機能のすべてを許すのではなく、外部割込みについてのみP S Wがイネーブルとなるように、仮想計算機の外部割込み制御を改訂する。これによって、タスク仮想計算機で動作しているユーザのジョブの処理が、有効に停止する。同時に、中断再開プログラムは、ベース・アドレッシング・レジスタの内容及び関連するすべての汎用レジスタの内容を保管して、割込みを受け取った時にタスク計算機で実行中のプログラムで行なわれている既存の動作状態の「スナップショット」を保存する。

外部割込みが発生するまで、計算機は中断状態に留まる。これはその計算機が処理することを許される唯一のタスクなので、外部割込みは、中断再開タスク・プログラムに送られてそこで分析さ

れ、それが受け取った再開コマンドである場合、仮想計算機のプログラム状況ワードを書き直し、レジスタの内容を中断のための割込みを受け取った時の状態に復元することにより、動作が復元される。プログラム割込みの処理に対する制御を仮想計算機とその監視プログラムからその仮想計算機で実行中のタスク・プログラムに移すことが、本発明の方法の最も重要な段階である。

D. 実施例

次に本発明の好ましい実施例について、図面を参照しながら説明する。最初に、IBMシステム370など現在市販されている仮想計算機データ処理システムに不慣れな人々のために、様々な用語及び略語について復習する。一般に、これらのシステムは、様々なこうしたデータ処理システム、その動作方法、及び本発明を実施する際に使用する様々な機能の詳細について解説した、IBMマニュアルNo. GA22-7000「システム370アーキテクチャ解説書」及びIBMマニュアルNo. SC19-6224「VMシステム・プロ

グラマーの手引き」、及びIBMマニュアルNo. SC19-6209「会話型モニタ・システム解説書」に記載されている。これらのマニュアルによく出てきて本明細書で使用する略語のリストは以下の通りである。

C P — 仮想計算機システムの制御プログラム構成要素。システム370のサービスを要求するユーザ向け、及びシステム中で実行中の様々な仮想計算機の動作調整用の、主要インターフェース及び制御点である。制御プログラムC Pはその領域内で実行中の仮想計算機を管理しそれにサービスを提供する。

C M S — 会話型モニタ・システムであり、ユーザの仮想計算機用オペレーティング・システム環境である。ユーザ・アプリケーションに必要な多くのサービスを実行する。

外部割込み — 一般にC M Sで発生し、その分析

と応答を必要とするプログラム割込みの1種である。割込みが発生すると、制御コードの一部が、システムによって、仮想計算機にアクセスできる外部割込み旧プログラム状況ワード・レジスタに入れられ、通常外部割込み新プログラム状況ワードと呼ばれる、コードの他の部分にある情報に応じて処理が続行される。

汎用レジスタ — 中間結果、データが記憶されるメモリ中のアドレス位置、及び発生する他の計算結果を記憶する、仮想計算機で動作するプログラムによって汎用目的に使用される1組のレジスタ。

マクロ命令または単に「マクロ」 — 単一のプログラム・ステートメントによって呼び出される小型プログラム用の一連の命令。本明細書で考察するプログラムに関係するいくつかの例はDMSFREE、DMSKEY、LINEDIT、WRTERM、SAVE、RETURN他である。これらはすべて周知であり、前記のシステム解説書で

ための特殊な制御情報を含む。

Rx — 汎用レジスタxの一般表記法である。

SMMSG — 特殊なメッセージで、仮想計算機間で通信を行なえるようにするためにシステム370内で利用されるVMCF通信の1種である。

仮想計算機 — 制御プログラムによって管理される作業(タスクと呼ばれることもある)の基本単位である。たとえば、バッチ動作またはタスクに対する制御は仮想計算機にあり、ユーザ・ジョブは、システム内の他の仮想計算機で実行される。本明細書に記載する、中断再開動作を容易にする特殊なタスク・プログラムは、ユーザ・ジョブと同時に仮想計算機の1つで実行される。

VM — 頭字語VMは、仮想計算機、VMシステム制御プログラム(CPと呼ばれることもある)、または仮想マシン環境と呼ばれるソフトウェア環境を指すのに使用される。

十分に記載されている。

PSW — プログラム状況ワード。本明細書で利用される種類のIBMコンピュータ・システムの基本構成要素である。こうしたシステムには複数のPSW対があり、各対は計算機動作の特定の状態に関連する。各対は、割込みが発生した時の計算機の状態を示す旧PSWと、割込みの直後の計算機の状態を決定する新PSW、すなわち割込みの発生時に切り換えられたPSWから成る。VMシステムでは、各仮想計算機は、それ自体1組のPSWをもつ。新旧PSWに加えて、命令が実行されるとき変更される活動PSWがある。割込みが発生すると、活動PSWは「旧」PSW記憶域に入れられ、対応する「新」PSWにハードウェアから制御が与えられる。割込みが処理されると、旧PSWを再度使用して、割込みが発生した時点に処理を復元させることができる。すべてのPSWは、どの割込みが許されるかを決定する制御など、仮想計算機のアーキテクチャ状態を制御する

VMCF — 仮想計算機通信機能。仮想計算機及びプログラム間の通信用の制御プログラム機能である。

以上、本明細書で使用し、一般に仮想計算機アーキテクチャのユーザにはよく知られている基本用語をいくつか定義した。次に第1図を参照して本発明について詳細に説明する。

第1図は、仮想計算機データ処理システムの環境の概略図である。仮想計算機は、本明細書では、いくつかの要素を挙げれば、入出力デバイス、メモリ、割込み制御などのマシン制御及び命令処理サイクルへの効果的なアクセスを含む仮想コンピュータである。仮想計算機は、1つまたは複数の中央機能の共用による完全な演算及び論理ユニット計算機能を含み、CP制御プログラムの制御下で構成され動作されている。第1図では、全体システム1は、システム制御プログラムCP2と、複数の仮想計算機3VMA、VMBを含んでいる。代表的なVM計算機は、会話型モニタ・システム・プログラムCMSを含んでおり、CMSは特定の

仮想計算機だけにサービスを提供し、通常は対話型タスクであれバッチ・タスクであれ、ユーザのアプリケーション・プログラムの実行をサポートしながらこの計算機に対する割込みをサービスする。

制御プログラム2は、仮想計算機システムを構成するコンピュータ・プロセッサ及びその周辺装置で使用される物理及び論理資源をすべて制御する。VM上位システム中にこの制御プログラムのコピーがある。CP2は、様々な仮想計算機間での通信機能を含めて、仮想計算機3用の特殊サービスを提供する。IBMシステムでは、この通信は、様々な方法で行なわれる。最も一般的な2つの方法は、IUCVとVMCF(VMCFの特定のサブセットであるSMSGを含む)である。第1図で、通信機能VMCFは4で示してあり、システム制御プログラム2及び各仮想計算機3のCMS部分内で実行されて、通信プログラム2を介してその仮想計算機と他の仮想計算機の間で通信を行なう。CMS会話型モニタ・システムは、仮

るプログラム式知能の共通焦点によって順序付け、管理し、制御しなければならない。CMSは、これらのサービスとユーザ・プログラムのインターフェースを取り、ユーザのタスクに提示された割込みを処理して制御プログラム2を介してユーザ・プログラムに送る。CMSは、不必要な割込みを捨て、場合によっては、ユーザまたはアプリケーションが以前CMSに発行した命令に応じて割込みをユーザまたはアプリケーションに回す。CMSユーザまたはアプリケーションは、計算機アーキテクチャ内にある階層を認識できず、かつ、一般に認識しないが、実際、仮想計算機中で実行中のあるユーザまたはアプリケーション・タスクが利用できる動作は、システムのCMS5及び制御プログラム2による処理を受け、かつそれらの資源に対するアクセス及びシステム機能の使用は、制御プログラム2によって、ユーザの個々の仮想計算機3が有効に利用できると決定された資源だけを使用するように制限される。

すなわち、本発明の状況では、ユーザのアプリ

ケーション・プログラムをサポートする。CMS部分は、第1図では5で示し、アプリケーション・プログラムは概略的に6で示してある。CMS5は、対話型モードまたはバッチ・モードである個々のユーザのプログラム・タスクを実施する処理を容易にするために、それらのユーザにサービスするプログラム機能である。各VMユーザは、自分専用のCMSプログラミングを認識し、事実上実際にそのコピーをもっているのも同然である。CMSシステムは、個々のユーザに対話型画面とダイアログ及びプログラム・サービスを供給するため専用の特殊オペレーティング・システムであると考えられるユーザもいる。したがって、CMS5は、所定の仮想計算機3内で実行され、メモリ、ディスク、記憶機構、プリンタ及び他の入出力装置などのリアル・コンピュータ資源に対する要求を制御プログラム2に送り、VMSF機能など他の仮想計算機との通信を要求する。一般に、すべての資源要求及び動作は、システム制御プログラム2によって表わされ

ケーション・タスクを実行中の仮想計算機と、中断再開コマンドのソースなど他の仮想計算機との間の通信が望ましいとき、中断再開プログラムを実行するのは、ユーザのVMである。通信機能VMCFを、呼び出して、それを利用するVM計算機に有効に与えなければならない。それには、システム制御プログラム2と通信する各VMプログラム3の調整が必要である。概略的に言うと、これは、VMCF/SMSG通信機能4のコピーをCP中に導入(インストール)し、必要な各VM3によって呼び出させ受諾させることによって示される。

次に実例を挙げると、会社の給与計算や在庫処理プログラムを実行するのに通常必要なタイプのもや、方程式の回帰分析、宇宙空間の進路誘導問題など大型の数値中心のタスクに使われるものなどのバッチ・プログラムを考慮する。こうしたバッチ・ジョブは、VMシステムで通常実行され、オフ時間にVMシステムに書き込まれるので、データ処理システムの資源を対話方式で利用したいユー

ザのアクセスに干渉したり妨げたりしない。こうしたユーザは、バッチ作業自体から遮断されずに、バッチ処理に関わる資源を、対話型作業など他の用途に一時的に割り当てられるようにするため、中断再開動作用の機能を望んでいる。そうすると、割込みの発生時までには得られたバッチ処理の中間結果をすべて破壊する効果が生ずることになる。大型計算タスクで高価で大型の仮想計算機コンピュータ・データ処理機能を動作させるのは極めて費用有効性が悪い。というのは、割込みが起ると、それまでに生成されたタスクの結果がすべて失われ、始めからプログラムの再開と再実行が必要になるからである。これは、ユーザがバッチ・タスク処理と同時に対話型アプリケーションを実行することを希望する場合、特に望ましくない。というのは、バッチ・タスクの割込み(中断)が頻繁に起こり、バッチ処理の結果が失われるからである。処理結果の喪失を回避するために、こうしたユーザは通常、オフ時間、夜間、休日及び週末に大型バッチ・タスクを実行して、他の対話型

ユーザ・プログラムとの間の相互干渉を回避している。バッチ・タスクの割込みは、制御プログラムまたはタスク自身による、たとえばそのタスクで必要な資源が利用できるようになるのを待つための一時的な割込み以外は、通常許可されない。これらのバッチ・タスクは通常、大量の総コンピュータ資源を消費し、他のすべてのタスクにこれらの資源を使わせない。しかし、一日のいくつかの部分では、この同じ資源の優先使用を必要とするのは対話型ユーザ・タスクである。バッチ・タスクが使用する資源の争奪によって、対話型ユーザは妨害されるが、こうした場合には、対話型作業に明確な優先使用を認めるべきである。したがって、本発明は、得られた中間結果を破壊せずにバッチ・タスクを実際に中断させることによりその解決策を提供する。これは、以前から利用できたがこれまでこのタスクに適用されていなかったこれらのシステムの基本的機構を利用することによって処理の中断と再開を容易にする、容易な手段によって実現される。

次に、IBM 370型の仮想計算機データ処理システム中のプログラム制御下で動作する仮想計算機の処理の中断とその後の再開を容易にする方法について、第2図を参照して説明する。第2図は、中断命令を受け取ったとき実行中のバッチまたはタスクの結果を破壊することなく、効果的な中断を実行し、続いて中断されたバッチまたはタスクの割込み点から再開するために実施しなければならない方法の連続ステップの流れ図である。

第2図で、IBM 370型の仮想計算機データ処理システム内にCMSシステム・プログラム5及び制御プログラム2による部分的な制御下で、仮想計算機3内で動作するユーザ・タスクの中断再開機能を設けるという義務を処理する特殊タスク・プログラムの導入に関するステップからこの方法の説明を始める。

ブロック100でユーザ・タスクの開始を制御するユーザ・タスク仮想計算機CMSプログラムが、ユーザ・タスクの中断及び再開を処理する特殊な小型タスク・プログラムを呼び出すために設

定される。この特殊中断再開プログラムは、ユーザ・タスクが始まる前に呼び出される。

ブロック101で、特殊タスク・プログラムはそれ自身の実行シーケンスを始める。ブロック102で、中断再開サブプログラムは、自分自身をメモリの予約記憶域に再配置する。このため、後に同じ仮想計算機で実行されるユーザのタスク・プログラムとの間での、主記憶装置(「メモリ」とも呼ばれる)に関する争奪の可能性が避けられる。ブロック103で、中断再開用特殊タスク・プログラムは、仮想計算機制御レジスタを、システムが応答すべき中断コマンドまたは再開コマンドを発行する許可された制御仮想計算機またはユーザとの間のVMCF/SMMSG通信をサポートできるように初期設定する。

中断再開プログラムが行なう次のタスクは、そのプログラムが実行中の仮想計算機へのすべての割込みを一時的に禁止することである。このブロック104で、プログラムは、いかなる割込みも認めないように計算機のPSW中で計算機制御レジ

スタ・マスク・ビットを設定しなければならない。これは、準備ステップであり、まだ呼び出されていないユーザ・タスクの中断または再開と混同すべきではない。

ブロック105で、特殊中断再開タスク・プログラムは仮想計算機制御レジスタを、通信VMCF/SMSG形式についての通信外部割込みだけを受諾できるように修正する。前記のブロック103で、仮想計算機と制御プログラム間の通信、及び制御プログラムを介して既存システムのVMCF通信機能を利用する他の仮想計算機への通信を可能にするのに必要なアドレッシング及び制御の指定が、CMS及び仮想計算機についてもすでに確立されている。ブロック105で、仮想計算機制御レジスタは、この種の通信のための外部割込みのみを受諾するように設定され、次のブロック106で示すように、特殊中断再開プログラムは、すべての原CMS外部割込み制御レジスタと、普通なら、プログラムのCMS部分に割込みを処理させ、または割込みに応答させ、そのユーザ用

実行中のタスク仮想計算機のCMSにユーザのタスク処理を始めるよう合図する。これは、ユーザ・タスクの起動パラメータをCMSを介してタスク仮想計算機に渡すことによって実施され、ブロック109に示すように、ユーザ・タスクは、仮想計算機中で実行を始めるが、中断再開プログラムは、ブロック107で書き直されたCMS用の外部割込み新PSWのおかげで、外部割込みがCMSによってそのプログラムに送られるまでは、遊休状態で待機し監視している。

ブロック110に示すように、ユーザ・タスクは、通常割込みなしで終了し、このとき、中断再開プログラムは、ユーザ・タスクの終わりで仮想計算機制御プログラムCPからログオフするようCMSに合図して、すべてのさらなる動作に対する制御をCMSに戻す。

第2図のブロック111に進んで、外部割込みをCMSで受け取り、仮想計算機で実行中の中断再開タスクに送る場合に一連の事象が行なわれる。

ブロック111で、中断または再開のための入

他の機能を管理させるようにする、PSW設定を保管するというタスクをもつ。

ブロック107で、中断再開プログラムの次のタスクは、そのプログラムが実行中の仮想計算機のCMSに対して新しい外部割込み新PSWを書き込むことである。新PSWは、分析及び応答のため入ってくる外部割込みを特殊プログラム自体に送るために使用される。ブロック107で、中断及び再開プログラムはまた、先にブロック104で禁止されたタスク仮想計算機への割込みを再び可能にする。このとき、仮想計算機は、CMSに最初に割込みを分析させそれに応答させるのではなく、計算機内で実行中の中断再開サブプログラムに割込みを送ることにより、割込みの処理が再び可能になっている。CMSシステムのすべての他の機能は変わりなく、この仮想計算機で実行されるユーザ・タスクを容易にしサービスする際にその通常の機能が利用できるように復元されている。

ブロック108で、中断再開サブプログラムが、

力コマンドが、第1図に示すように、許可された制御または仮想計算機またはユーザからの要求として認識されるものと仮定する。許可された制御またはユーザからのこうした要求は、VMCF/SMSGを所定のユーザのタスクに送って、それを中断または再開させるという形の要求である。この要求に応じて、第1図の制御プログラム2は、タスク仮想計算機への外部割込みを発生し、仮想計算機にSMSGを渡し、仮想計算機は、このタスクを実行するためブロック107でリセットされたその外部割込み新PSWによって指示されるように、中断再開タスク・プログラムに直接、メッセージと割込み信号を瞬時に送る。

ブロック112で、中断再開プログラムは、CMSから送られた外部割込みを受け取り、制御プログラムから渡された中断コマンドまたは再開コマンドを含むメッセージを受け取る。

ブロック113で、中断再開タスク・プログラムは、準備活動を始め、タスク仮想計算機の汎用レジスタRx(ベース・アドレス・レジスタとし

て直ちに使用される)の内容を保管してその後の記憶位置のアドレッシングが可能になるようにする。次いで、中断再開プログラムは事前に調整されたアドレス値をR_xにロードする。次に、中断再開プログラムは、割込みが発生したときに存在していた残りのすべての汎用レジスタの値を記憶域に保管する。

ブロック114で、入ってくる外部割込みがSMSGに関係するかどうかについての分析的な質問をすることにより、割込みの処理が継続される。外部割込みがSMSGでない場合、それは論理的に中断コマンドまたは再開コマンドではあり得ず、割込みを処理するために中断再開タスク・プログラムが呼び出されることはない。その代わりに、ブロック115に示すように、中断再開プログラムは、原CMS外部割込み新PSWを、CMSが入ってくる外部割込みを処理できるようにCMSの新PSWを再ロードするときに後で使えるように、メモリのスクラッチ域に書き込むので、先にブロック106で保管されたその新PSWを

MSGである場合、SMSGが許可されたソースからのものかどうかを判定するために、もう一度中断再開処理から質問が行なわれる。そうでない場合、プログラムは、ブロック130に移って、そこでブロック113で保管された汎用レジスタの内容がすべて回復され、外部割込みは、許可されたソースからのものでないので無視され、タスク処理が続行される。

しかし、ブロック119の質問の結果がイエスの場合は、ブロック120と121に示すように、SMSGが中断コマンドであるか、それとも再開コマンドであるかを判定するため分析が行なわれる。SMSGが中断コマンドを含む場合、システムがすでに中断状態にあるかどうか判定するため、ブロック122が呼び出される。システムがすでに中断され、これが冗長コマンドである場合、システムはブロック130に移り、そこでレジスタが回復される。実際に中断が起こっている場合には、中間処理が行なわれていないので、このステップは冗長であり、システムはブロック131に移っ

復元するであろう。

ブロック116で、中断再開タスク・プログラムは、汎用レジスタR_xの内容と、ブロック113で保管された他の汎用レジスタすべての内容を、割込みが発生したときの内容に復元して、タスク計算機の状態を割込みが行なわれたときの状況に復元する。次に、ブロック117で、中断再開ルーチンが、ブロック115でPSWが書き込まれたスクラッチ域からCMSの外部割込み新PSWの再ロードを行なわせる。その割込みはSMSG形式でないと判定されたので、この結果CMSは割込み処理を始めることになる。ブロック118に示すように、ブロック109に戻って、ユーザのタスクの実行が続行される。

ブロック114に関する以前の説明で示唆したように、入ってくる外部割込みは、SMSG形式のものかもしれないが、したがって許可された制御VMまたはユーザからのものである場合、中断コマンドまたは再開コマンドを含むことがあり得る。したがって、ブロック119で、外部割込みがS

て、そこで先に指摘したように中断されたままになる。

しかし、このプログラム・タスクの実行がまだ中断されてない場合、ブロック123が呼び出されて、そこでタスクVMの既存の外部割込み旧PSWが保管され、ステップ113で保管されたレジスタ内容が後で再ロードできるように予約スペースに複写される。次に、ブロック124で、タスクVMのPSWのプログラム割込み制御の設定を修正するという重要なステップが実行され、タスクVMは外部割込みしか処理できないようになる。

これは、タスクVMについての修正済みPSWをロードすることによって実施され、したがって働きかけが許されている唯一の動作である外部割込みが発生するまで、タスクVMで他の処理や動作は禁止されるので、処理の動作が中断される。

中断状態が実現された時点で違すると、仮想計算機中で動作するタスクは中断され、外部割込みがCPにより、修正済みCMS外部旧PSWを用いて中断再開タスク・プログラムに送られて、そ

ここでブロック114ないし121で分析されるまで、動作は行なわれない。ブロック121で、SMMSGが再開コマンドである場合、ブロック125で、中断状態がすでに存在しているかどうか判定するために検査が行なわれる。すでに存在している場合、ブロック128は、中断タスクに対する動作を復元するのに必要な動作を始める。それには、中断ステップ中にステップ123で元から保管されていたタスク仮想計算機の外部割込み旧PSWを、後でアクセス及び使用できるようにメモリのスクラッチ域に複写することが含まれる。また、仮想計算機のレジスタをステップ123で元から保管されていた内容に復元し、タスク仮想計算機の旧PSWをメモリのスクラッチ域から再ロードすることも含まれる。このため、中断が発生した時点からタスク・プログラムの動作が再開される。それは、流れ図のブロック109に戻るものと論理的に等価である。

ブロック121で分析された入りSMMSGが再開コマンドでない場合、ブロック127で、それ

定するために、中断再開タスク・プログラムが呼び出される。システムは、再開コマンドまたは許可済ログオフ・コマンドの形の次の命令を待ち、第2図の説明に関して指摘したように、それらを受け取った結果、適切な処置を取る。VMシステムの機能、すなわち、PSWを構成するプログラム割込み制御が、他のシステム資源に介渉せずに、仮想計算機で実行中のパッチ・タスクまたはそれと類似のタスクの実際の動作を中断し後で再開する効果的な手段を設けるべく独自の方式で処理されたことが認められる。新しいプログラミング技術は必要でなく、専用コマンドまたは処理も呼び出されない。その代わりに、通常の通信及び制御経路を新しい方式で利用して、タスク仮想計算機への外部割込みの特殊な代替処理を、通常なら入ってくる割込みの第1のインスタンスでタスク・プログラムをサービスするCMSシステムではなく、タスク・プログラムに割り振ることができる。入ってくる割込みの処理を制御するための技術は、様々なものが考えられる。

がログオフであるかどうかについてさらに質問が行なわれる。コマンドがログオフである場合、ブロック128と129で処理が続行され、開いたデータ・ファイルをいずれも閉じて、制御プログラムへのログオフ要求によりVM実行を終了する。これは、許可済ログオフ・コマンドを受け取ったとき、ユーザのタスクが、終了していなかったかもしれない点を除き、終了ブロック110と等価である。

これで、仮想計算機のユーザのタスクの実行以前及びそれと同時に仮想計算機で実行される、特殊小型中断再開タスク・プログラムによって実行される基本処理の説明を終わる。中断再開タスク・プログラムが、それ自体と仮想計算機を初期設定して、CMSではなくそのプログラム自体が最初に外部割込みを分析しそれに応答する機会をもつようにすることがわかる。SMMSG形式の割込みについては、割込み時の仮想計算機の動作状況及び状態の「スナップショット」を保管し、仮想計算機のPSWをその後の処理が停止するように設

E. 発明の効果

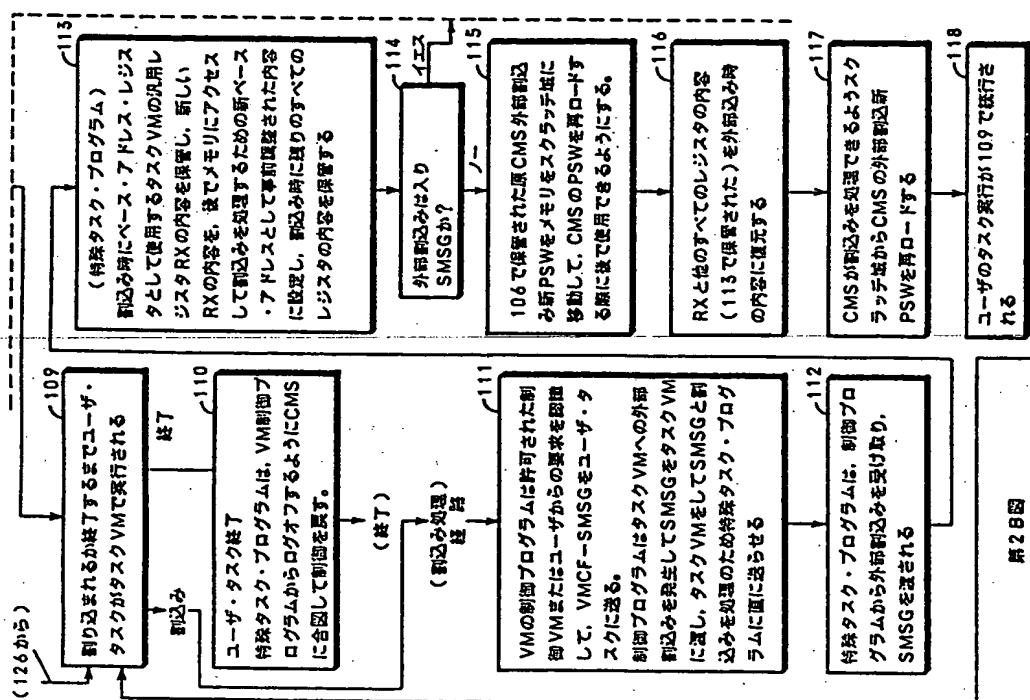
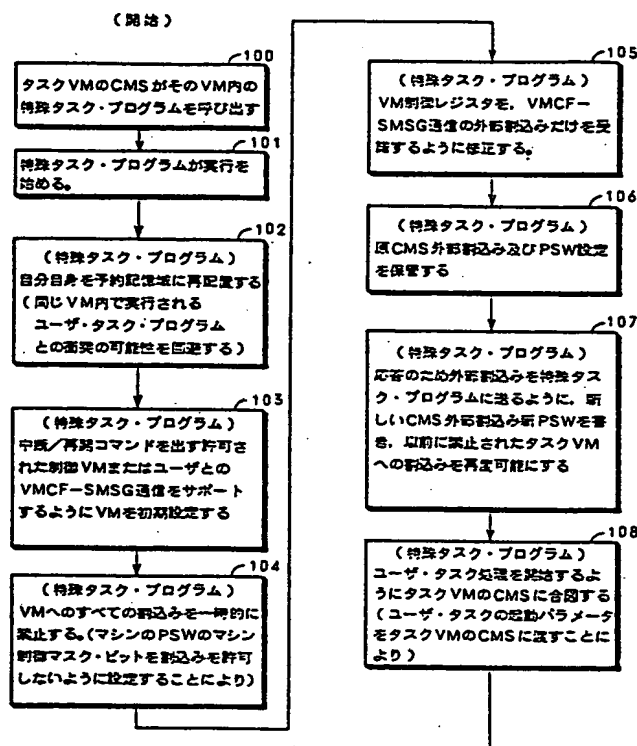
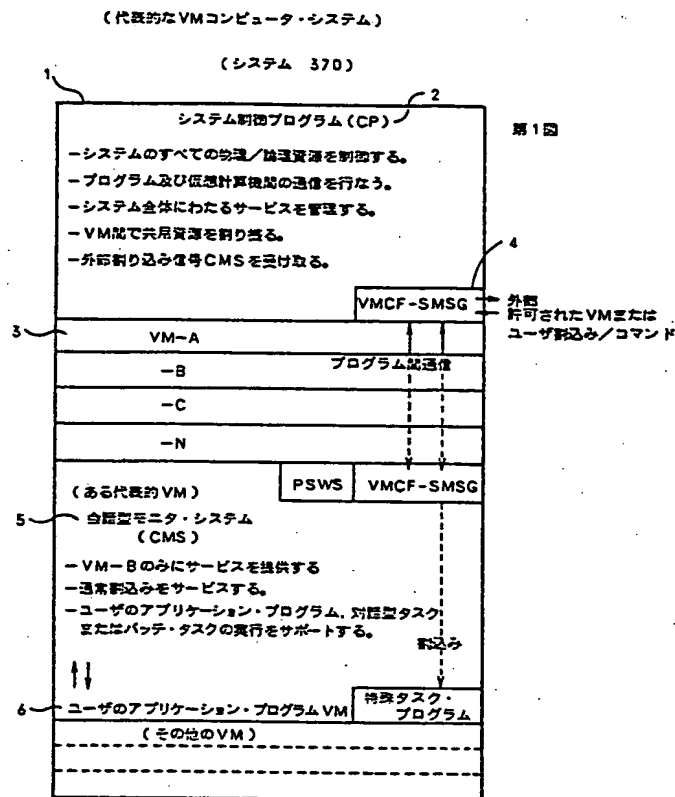
本発明によれば、仮想計算機データ処理システムにおいて、同時に動作する他のプログラムや処理を危険にさらすことなく、タスクの処理を簡便に中断及び再開することができる。

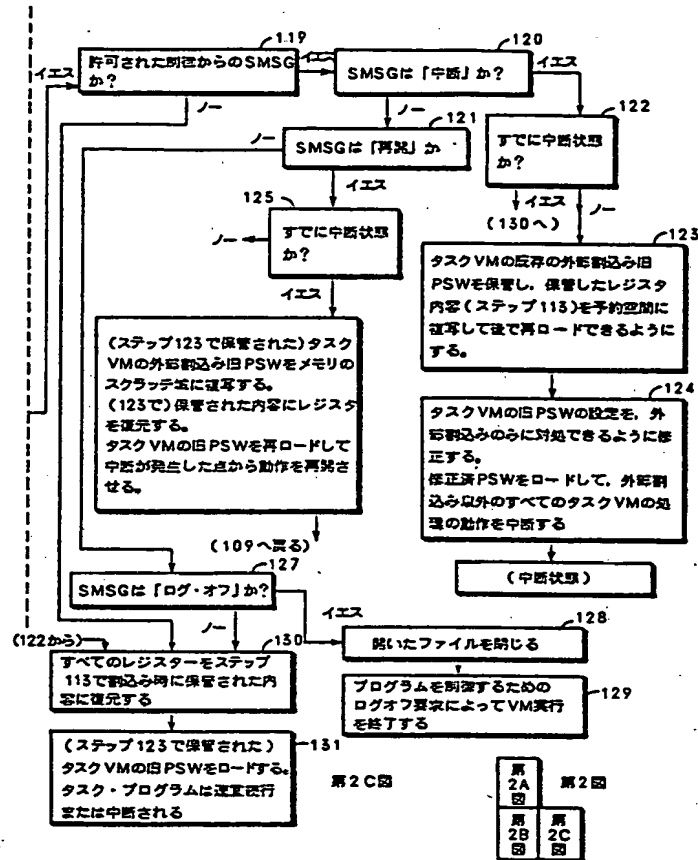
4. 図面の簡単な説明

第1図は、代表的なシステム370データ処理環境の概念上の階層を概略的に図示し、コンピュータ・システムがシステム制御プログラムと1つまたは複数の仮想計算機を含むことを示す説明図である。

第2図は、中断再開プログラムの動作と、仮想計算機を制御してその処理の中断と再開を行なう技術の流れ図の構成図である。第2A図ないし第2C図は当該流れ図の部分図である。

第2A図
VMシステム上の中西／再読処理の流れ図





**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.